

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Kursus Semasa Cuti Panjang  
Sidang Akademik 2003/2004

April 2004

**ZCC 542/4 - Teori Fizik Keadaan Pepejal II**

Masa : 3 jam

---

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **ENAM** muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Jawab kesemua **LIMA** soalan. Kesemuanya wajib dijawab dalam Bahasa Malaysia.

1. (a) Tunjukkan perbezaan vektor Poynting bagi medium isotropik dengan vektor Poynting bagi medium anisotropik. (20/100)
- (b) Jika medan elektrik bagi suatu gelombang optik dalam medium isotropik diberikan sebagai:  $\vec{E} = [E_0 \sin(\omega t - kz), E_0 \sin(\omega t - kz - \pi/4), 0]$ , huraikan dengan selengkapnya, jenis pengkutuban gelombang itu. (30/100)
- (c) Terangkan bagaimana pengkutuban linear dapat dihasilkan daripada pantulan suatu gelombang takterkutub. (15/100)

- (d) Persamaan Fresnel bagi suatu medium anisotropik diberikan sebagai:

$$(n^2 - \epsilon_1)[\epsilon_3 n_z^2 + \epsilon_1(n_x^2 + n_y^2) - \epsilon_1 \epsilon_3] = 0$$

di mana pemalar dielektrik bagi medium itu ialah  $\epsilon = \begin{pmatrix} \epsilon_1 & 0 & 0 \\ 0 & \epsilon_1 & 0 \\ 0 & 0 & \epsilon_3 \end{pmatrix}$ .

- (i) Dapatkan suatu hubungan indeks biasan medium anisotropik  $n$  dalam sebutan sudut kepada ekapaksi  $\theta$ , indeks biasan biasa  $n_o$  dan indeks biasan luar biasa  $n_e$ . (20/100)
- (ii) Kirakan indeks biasan bagi hablur kuartz jika gelombang optik 589.3 nm disinarkan pada sudut  $60^\circ$  kepada ekapaksi hablur, dengan indeks biasan biasa dan luar biasa masing-masing sebagai:  $n_o = 1.5443$ ,  $n_e = 1.5534$ . (15/100)
2. (a) Berdasarkan kepada ungkapan tenaga bebas Landau, lakarkan lengkungan-lengkungan tenaga bebas lawan pengkutuban bagi suatu feroelektrik tertib kedua. Dengan demikian, terangkan peralihan fasa feroelektrik tertib kedua dengan tenaga bebas. (20/100)
- (b) Terbitkan ungkapan dielektrik statik yang bersandaran suhu bagi suatu feroelektrik tertib kedua. (30/100)

- (c) Hablur  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  (KDP) digelarkan sebagai feroelektrik jenis tertib-taktertib; berhubung dengan ini, terangkan bagaimana peralihan fasa paraelektrik kepada fasa feroelektrik bagi KDP.  
(30/100)
- (d) Apabila suatu medan elektrik statik diaplikasikan kepada suatu feroelektrik tertib kedua pada suatu suhu yang tetap, pengkutuban dalam feroelektrik itu akan berubah mengikut perubahan medan. Lakarkan suatu lengkungan litup histeresis bagi feroelektrik tertib kedua itu. Tandakan pada lengkungan dan terangkan makna bagi istilah-istilah berikut: medan koersif  $E_C$ , pengkutuban spontan  $P_s$  dan pengkutuban remenant  $P_r$ .  
(20/100)
3. (a) Banding dan bezakan ciri-ciri bagi vektor penunjuk  $\underline{n}$  dalam hablur cecair nematik dengan hablur cecair smektik C.  
(20/100)
- (b) Terangkan bagaimana keherotan struktur “slay” berlaku dalam suatu sel nematik.  
(15/100)
- (c) Rajah 1 menunjukkan suatu sel hablur cecair nematik di antara 2 plat kaca yang tergosok. Dianggap bahawa molekul melekat dengan kuat pada plat  $y = 0$  dan  $y = d$ . Suatu medan elektrik  $\vec{E}$  dikenakan secara berserenjang kepada arah gosokan. Fungsi tenaga bebas secara am adalah

$$F = \frac{1}{2} K_1 (\text{div} \underline{n})^2 + \frac{1}{2} K_2 (\underline{n} \cdot \text{curl} \underline{n})^2 + \frac{1}{2} K_3 (\underline{n} \times \text{curl} \underline{n})^2 - \frac{1}{2} \epsilon_0 \epsilon_a (\underline{n} \cdot \vec{E})^2$$

- (i) Dengan penghampiran yang sesuai, tunjukkan tenaga bebas adalah

$$F = \int \left[ \frac{1}{2} K \left( \frac{d\theta}{dz} \right)^2 - \frac{1}{2} \epsilon_0 \epsilon_a E^2 \sin^2 \theta \right] dz$$

di mana  $\theta$  adalah sudut di antara vektor penunjuk  $\underline{n}$  dengan paksi- $y$ .

- (ii) Tuliskan persamaan Euler-Lagrange bagi profil vektor penunjuk  $\theta$  ( $y$ ) pada suatu kedudukan dalam sel itu. Dari simetri sel nematik itu,  $\frac{d\theta}{dy} = 0$  pada  $y = \frac{d}{2}$ , tunjukkan bahawa kamiran pertama menghasilkan persamaan pembezaan berikut untuk  $\theta(y)$ :

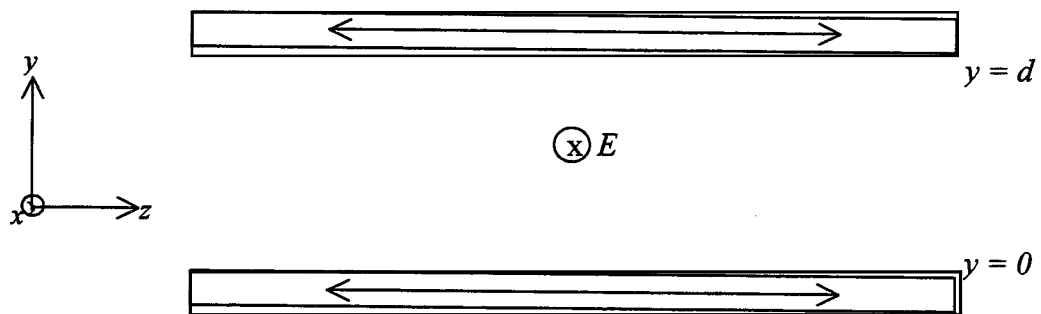
$$K \left( \frac{d\theta}{dy} \right)^2 = \chi H^2 (\sin^2 \theta_m - \sin^2 \theta)$$

di mana  $\theta_m$  adalah nilai  $\theta$  pada  $y = \frac{d}{2}$ .

- (iii) Pada takat yang lebih tinggi sedikit daripada peralihan Federicks,  $\theta_m$  dan  $\theta(y)$  adalah kecil. Dengan mengambil penghampiran yang sesuai, buktikan bahawa medan genting  $E_C$  adalah

$$E_C = \frac{\pi}{d} \left( \frac{K}{\epsilon_0 \epsilon_a} \right)^{1/2}$$

- (iv) Lakarkan profil bagi kesan peralihan Federicks untuk keseluruhan sel nematik.



Rajah 1

(65/100)

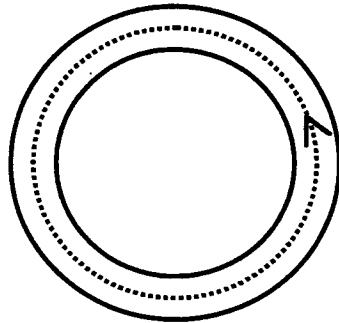
4. (a) Apabila suatu bahan magnet “keras” digunakan sebagai suatu magnet kekal, parameter yang paling penting baginya ialah  $(BH)_{\max}$ , yang mana  $B$  ialah aruhan magnet dan  $H$  ialah medan magnet yang dikenakan.

...5/-

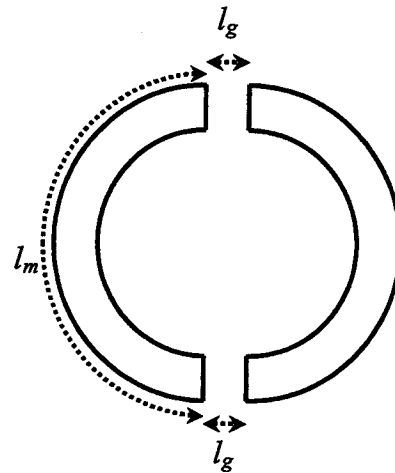
Jelaskan dan buktikan huraian di atas dengan *analisis-analisis* matematik dan lakaran gambarajah yang sesuai yang berasaskan persamaan-persamaan Maxwell dan gelung Histeresis magnet pukal (bulk magnetic hysteresis loop) pada

- (i) satu cincin bahan magnet “keras”, seperti yang ditunjukkan pada Rajah 2, dan
- (ii) cincin tersebut dipotong kepada dua semi-bulatan, dan dipisahkan sedikit seperti yang ditunjukkan pada Rajah 3.

(70/100)



Rajah 2



Rajah 3

[Diberi persamaan Maxwell tak bersandar masa:  $\nabla \times \mathbf{H} = 0$ ]

- (b) Huraikan secara ringkas satu aplikasi bahan magnet “keras”. (30/100)
- 5. (a) Huraikan secara ringkas kesan Meissner di dalam superkonduktor Jenis I (15/100)
- (b) Terangkan secara ringkas perbezaan-perbezaan superkonduktor Jenis I dan II. (15/100)

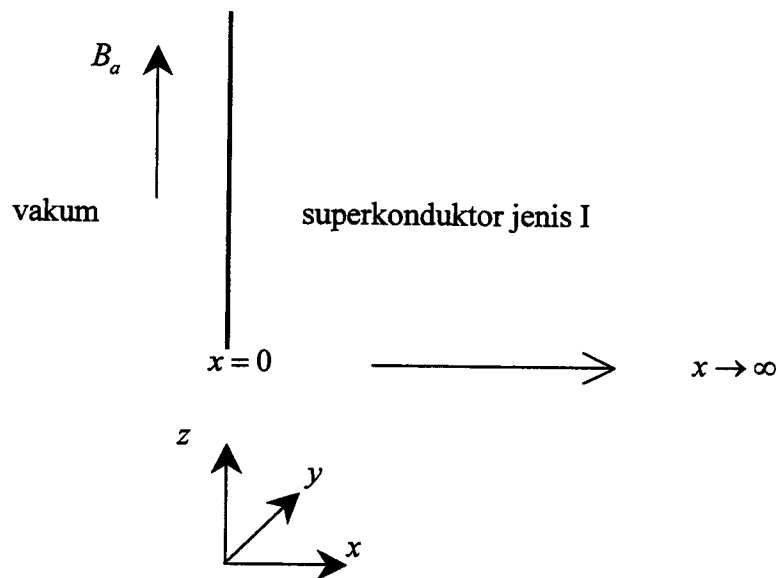
- (c) Persamaan penembusan London diberi oleh

$$\nabla^2 \mathbf{B} = \frac{1}{\lambda_L^2} \mathbf{B}$$

yang mana  $\lambda_L$  ialah kedalaman penembusan London.

- (i) Takrifkan dengan jelas  $\lambda_L$ .
- (i) Dengan menggunakan persamaan di atas, terbitkan ungkapan matematik  $B(x)$  dan pemagnetan berkesan  $M(x)$  di dalam suatu superkonduktor jenis I semi-infiniti (rujuk Rajah 4), yang mana sempadan vakum-superkonduktor berada pada  $x = 0$ , dan dimensi-dimensi  $y$  dan  $z$  adalah tak terhingga.

[Diberi  $B(x)\hat{z} = B_a\hat{z} + \mu_0 M(x)\hat{z}$ ]



Rajah 4

(50/100)

- (iv) Lakarkan perubahan  $B(x)\hat{z}$  dan  $M(x)\hat{z}$  terhadap peningkatan kedalaman  $x$  daripada  $x = 0$ .

(20/100)